

Pirineos, **161**: 111 a 132, JACA; 2006. ISSN 0373-2568

FENOLOGÍA DE LOS BRACÓNIDOS (HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA, BRACONIDAE) DEL PIRINEO ANDORRANO*

J. V. FALCÓ GARÍ¹, M. T. OLTRA MOSCARDÓ¹, J. MORENO MARÍ¹, J. PUJADE-VILLAR² & R. JIMÉNEZ PEYDRÓ¹

¹ Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva. Universitat de València. Apartado 22085. E-46071 València

² Universitat de Barcelona. Facultat de Biologia. Departament de Biologia Animal. Unitat d'Artròpodes. Avda. Diagonal, 645. E-08028 Barcelona

ABSTRACT.— Phenology of the Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) at Andorra has been conducted/studied using a Malaise trap after a one-year cycle during 1993. A total of 1.892 specimens, representing 23 subfamilies and 79 genera were sampled. About 93.7% of the captures were koinobiont braconids, whereas 6.3% belonged to idiobiont braconids. The annual phenology has been characterized through the correlation between the evolution of the collected braconids and the weather (meteorological conditions). The maximum of the populations were registered between the two rain periods. In fact, the family Braconidae shows an abundance peak from middle of May to end of August, due to the xerothermic conditions of the andorran locality.

Key words: Malaise trap, Hymenoptera, Braconidae, parasitoid, phenology, Andorra.

RÉSUMÉ.— La phénologie de la famille Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) a été étudiée d'après les captures obtenues avec un piège Malaise en Andorre pendant 1993. Nous avons collecté un total de 1.892 braconides (excepte Aphidiinae), qui appartiennent à 23 sous-familles et 79 genres. Le 93,7% des braconides présentent une stratégie biologique koinobionte tandis que le 6,3% étaient idiobiontes. La corrélation entre les collectes et les conditions météorologiques ont permis d'établir la phénologie annuelle des braconides dans la région. L'évolution annuelle de ces populations montre que les plus grandes abondances ont été enregistrées entre les deux périodes de pluies, entre la seconde moitié du mois de mai et la fin d'août, en raison des conditions xéothermiques de cette localité.

* Recibido: 5-V-2006. Aceptado: 13-XI-2006.

Mots clé: Piège Malaise, Hymenoptera, Braconidae, parasitoid, phénologie, Andorra.

RESUMEN.— La fenología de la familia Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) ha sido estudiada mediante una trampa Malaise en Andorra durante el año 1993. Han sido colectados 1.892 braconidos (excepto Aphidiinae), pertenecientes a 23 subfamilias y 79 géneros. El 93,7% de los braconidos capturados representa la estrategia biológica koinobionte frente al 6,3% de idiobiontes. La correlación de las capturas de los braconidos con las condiciones meteorológicas ha permitido caracterizar la fenología anual de éstos. La evolución anual de las poblaciones alcanza sus máximos en el período comprendido entre las dos épocas de lluvias, pudiéndose señalar un único pico para la familia Braconidae, el cual transcurre desde mediados de mayo a finales de agosto, debido a las condiciones xerotérmicas de la localidad andorrana.

Palabras clave: Trampa Malaise, Hymenoptera, Braconidae, parasitoide, fenología, Andorra.

1. Introducción

Los himenópteros Braconidae son, después de Ichneumonidae, la familia de parasitoides más numerosa, pues se estima que alcanza 40.000 especies en el mundo (ACHTERBERG, 1988), si bien se han descrito alrededor de 15.000 (WHARTON *et al.*, 1997). Atacan a insectos fitófagos, principalmente larvas de Lepidoptera, Diptera o Coleoptera, aunque algunas especies atacan huevos, pupas e incluso adultos de sus hospedadores. Ejercen su parasitismo de forma solitaria –puesta de un solo huevo– o de forma gregaria –puesta de varios o muchos huevos– (QUICKE, 1997), siendo el hiperparasitismo extremadamente raro. La mayoría de los braconidos son endoparasitoides, alimentándose como larvas en el interior del hospedador, si bien lo más frecuente es que el último estadio larvario del braconido abandone la larva del hospedador y realice la pupación fuera de éste. Como formas adultas son de vida libre y se alimentan de fluidos vegetales: néctar o polen (SHAW & HUDDESTON, 1991). Se ha observado un sincronismo espacio-temporal entre el período de vuelo de los braconidos (y demás grupos de parasitoides) y el período de floración de la vegetación, la cual representa la fuente energética necesaria para la supervivencia, ovogénesis y el éxito en el hallazgo de los hospedadores. La mayoría de las especies de braconidos es de hábitos diurnos, de tamaño pequeño a moderado y capaces de vuelos direccionados. Se encuentran en gran diversidad de hábitats y son muy abundantes en las regiones templadas (LEWIS & WHITFIELD, 1999).

Durante el proceso de parasitismo (GODFRAY, 1994), se produce la muerte del hospedador como consecuencia del desarrollo del parasitoide, si bien existen dos estrategias biológicas entre los bracónidos. Los parasitoides idiobiontes impiden que sus hospedadores prosigan su desarrollo después de parasitados; sin embargo, los koinobiontes sí permiten que continúen alimentándose y alcancen estados más avanzados (ASKEW & SHAW, 1986). Los idiobiontes generalmente utilizan como hospedadores larvas de los últimos estados, prepupas o pupas, principalmente de Lepidoptera, Diptera y Coleoptera que están en lugares ocultos o resguardados, como el interior de tallos. Las hembras idiobiontes usualmente inyectan veneno que paraliza permanentemente al hospedador antes de la oviposición propiamente dicha. Las larvas idiobiontes son, en su gran mayoría, ectoparasitoides y generalistas (SHAW & HUDDLESTON, 1991). Los koinobiontes ovipositan en el interior de (raramente sobre) las larvas de los primeros estados o huevos de sus hospedadores, que generalmente están expuestos sobre el sustrato, o bien son minadores. Las larvas koinobiontes generalmente se comportan como endoparasitoides, por lo que deben suprimir o evitar la respuesta inmunológica del hospedador, lo que implica una existencia fisiológicamente mucho más agotadora que la de las larvas idiobiontes (SHAW & HUDDLESTON, 1991). En ambos tipos de parasitismo el resultado final es siempre el mismo: muerte del hospedador y reducción de las poblaciones de un insecto. Por tanto, la relación entre los hospedadores y sus parasitoides debe ser considerada como un proceso ecológico que contribuye al equilibrio entre las poblaciones de insectos (BENAVENT-CORAI *et al.*, 2005).

La importancia ecológica de los bracónidos radica en que son agentes reguladores de diversos grupos de insectos fitófagos (las comunidades más abundantes y diversas de la mayoría de los ecosistemas), sirviendo como indicadores de la presencia o ausencia de estas poblaciones (LASALLE, 1993). Desde hace algunos años ha aumentado el interés por los Hymenoptera Parasítica como resultado de una mayor demanda de su uso como fauna beneficiosa en el control biológico de plagas (QUICKE, 1997).

A pesar de ello, la diversidad de los himenópteros bracónidos sigue siendo poco conocida a nivel mundial, tanto biológica como taxonómicamente, por lo que aún son necesarios más estudios sobre este grupo (GAULD & BOLTON, 1988; CIRELLI & PENTEADO-DIAS, 2003a y b), si exceptuamos Gran Bretaña, cuya entomofauna es probablemente la mejor conocida del mundo (QUICKE, 1997). Pero el estudio de los bracónidos es tarea lenta debido a su pequeño tamaño y gran diversidad, y la identificación de los mismos a nivel de especie no siempre resulta posible dado que muchos grupos necesitan una revisión taxonómica (LEWIS & WHITFIELD, 1999). Sin embargo, el alto grado de especialización biológica confiere a los bracónidos un alto

potencial como indicadores de la diversidad y estabilidad del medio (SHAW & HUDDLESTON, 1991). Por ello, el estudio de la riqueza de las especies de himenópteros parasitoides, concretamente de los braconídeos, constituye un paso importante en la comprensión de la diversidad de las comunidades terrestres (HAWKINS & LAWTON, 1987).

Los datos sobre las comunidades de braconídeos de la Península Ibérica son escasos (SANCHIS *et al.*, 1995). La mayoría de muestreos han sido realizados mediante el uso de manga entomológica o de trampa Malaise. Este tipo de trampa representa un método pasivo de muestreo eficaz en la captura de insectos voladores, que destaca por los altos rendimientos que se obtienen en el caso de himenópteros y dípteros, favoreciendo el conocimiento de la fauna de una zona concreta (NIEVES ALDREY *et al.*, 1991, 2003; PUJADE, 1996; SEGADE *et al.*, 1997; ROS-FARRÉ & PUJADE-VILLAR, 1998; GONZÁLEZ *et al.*, 2000; MARTÍNEZ de MURGUÍA *et al.*, 2001; TOMÉ *et al.*, 2001). Ahora bien, aunque su uso permite conocer la biodiversidad y fenología de los himenópteros, presenta el inconveniente de no aportar información acerca de las relaciones entre éstos y sus hospedadores.

El presente estudio queda enmarcado dentro de un muestreo de la entomofauna de un área de marcado carácter mediterráneo, en la vertiente sur de los Pirineos, como es la zona de Santa Coloma (Andorra) (PUJADE-VILLAR, 1996). El valle del Gran Valira, donde se encuentra esta localidad, constituye una zona de transición hacia las regiones centroeuropeas o alpinas sitas a mayor altitud.

Procedentes del Pirineo existían algunas citas de braconídeos obtenidas mediante manguero en localidades dispersas (DOCAVO *et al.*, 1985; AVINENT *et al.*, 1988; OLTRA MOSCARDÓ & MICHELENA SAVAL, 1988a, b, c y d; FRANCÉS & JIMÉNEZ, 1989 a y b; JIMÉNEZ & TORMOS, 1990; FALCÓ *et al.*, 1993, 1997), pero este muestreo en Andorra implica que se estudian por primera vez en la Cordillera Pirenaica los braconídeos colectados con trampa Malaise, lo que permitirá ampliar el conocimiento sobre la diversidad de esta familia en el noreste peninsular, así como su distribución en toda la Península Ibérica. Fruto de las muestras recogidas mediante la trampa Malaise en Santa Coloma durante 1993 por uno de los firmantes (J. Pujade-Villar), diversas publicaciones previas ya han tratado la diversidad de himenópteros parasitoides en el Pirineo andorrano; así, CUENCA *et al.* (1996) estudian los grupos de Ichneumonidae presentes; ALGARRA *et al.* (1996) el género *Helorus* (Heloridae); ALGARRA *et al.* (1997) algunos géneros de Proctotrupidae; ASKEW *et al.*, (1997) el género *Elasmus* (Elasmidae); ROS-FARRÉ & PUJADE-VILLAR (1998) los Cynipidae; SANCHIS *et al.* (1999) la subfamilia Aphidiinae (braconídeos parasitoides específicos de pulgones); VENTURA *et al.* (2000) la tribu Pantolini (Diapriidae); OLTRA-MOSCARDÓ & JIMÉNEZ-PEYDRÓ

(2005) el género *Rasivalva* (Microgastrinae) y, más recientemente, SELFA *et al.* (2006) las especies de Ichneumoninae (Ichneumonidae).

El objetivo de este estudio consiste en determinar la fenología de los Braconidae, excepto Aphidiinae, muestreados en Santa Coloma (Andorra) durante 1993, observando la distribución anual de la actividad de los adultos, las abundancias relativas de las distintas subfamilias y la diversidad de sus estrategias biológicas, así como las abundancias relativas de los diferentes géneros.

2. Material y métodos

La trampa Malaise empleada corresponde al modelo Townes (Marris House Nets, London), de malla fina y color negro. Se instaló en el Vall del Roc de Sant Vicenç (Santa Coloma) a 1.050 m de altitud y su emplazamiento estuvo determinado tanto por la orografía del terreno como por la localización de las manchas de bosque cercanas a la zona de estudio (PUJADE-VILLAR, 1996).

La climatología de la zona es variable dentro del modelo mediterráneo y está influenciada por las altas presiones subtropicales. La pluviosidad es alta en otoño y especialmente en primavera. La estación meteorológica próxima, del "Lycée Comtes de Foie" a 1.000 m de altitud, facilitó los datos de los valores pluviométricos y de temperatura (Figura 1), que permitieron caracterizar 1993 como un año seco en comparación con el anterior (445,4 l/m² en 1993 frente a 973,4 l/m² en 1992). Atendiendo a la temperatura hay que indicar, en primer lugar, que durante más de tres meses no se superaron los 5°C de temperatura media y que durante 8 meses no alcanzó los 15°C. En segundo lugar, las fluctuaciones térmicas día/noche o día/día mostraron una clara oscilación, así como las temperaturas máximas y mínimas en el período muestreado. Todo ello hizo que la proliferación de himenópteros y de insectos en general se viera restringida a un período relativamente corto (PUJADE-VILLAR, 1996).

Las muestras fueron recogidas con una periodicidad quincenal durante todo el año, por esta razón se dispone de información correspondiente a 24 muestras anuales. El medio líquido colector fue etanol al 80%. Los ejemplares, debidamente preparados para su estudio, han sido separados en subfamilias de Braconidae de acuerdo con los criterios taxonómicos de ACHTERBERG (1993). En la identificación de los géneros se han seguido principalmente los criterios de TOBIAS *et al.* (1986 a, b) y WHARTON *et al.* (1997).

Una vez conocidos los taxones a nivel de subfamilia y género, se ha medido la riqueza y riqueza acumulada de los mismos. Entendemos por riqueza

el número de subfamilias o géneros que se han recolectado en cada muestra de la trampa.

3. Resultados

Durante el año 1993 se capturaron 22.125 himenópteros en esta localidad de Andorra (SEGADE *et al.*, 1997) lo que representa el 15,3 % del total de insectos colectados. Concerniente a la familia Braconidae (excepto Aphidiinae), han sido estudiados 1.892 ejemplares, cifra que representa el 8,6 % del total de himenópteros. Teniendo en cuenta los datos publicados sobre Aphidiinae -con 821 ejemplares colectados (SANCHIS *et al.*, 1999)-, el conjunto de los braconidos representa el 12,3% del total de himenópteros obtenidos en la zona y periodo de estudio.

Análisis faunístico

La distribución de ejemplares en las 23 subfamilias estudiadas del Pirineo andorrano (Tabla 1) muestra que las subfamilias Alysiinae con 589 ejemplares y Microgastrinae con 503 son las más abundantes, representando el 31,3% y el 26,7 % del total de braconidos. Les siguen muy de lejos en abundancia Cheloninae y Braconinae con 9% y 5,4% respectivamente.

Se constata que las cuatro subfamilias de Braconidae mejor representadas en este muestreo se encuentran entre las de mayor número de especies, al tiempo que presentan una amplia distribución mundial; concretamente, Alysiinae es la subfamilia con mayor riqueza de especies en las regiones templadas.

La evolución temporal de la comunidad de braconidos estudiada se muestra en la Figura 1, donde se representa el número de ejemplares capturados en cada periodo quincenal de muestreo en función de la temperatura media (°C) y de la lluvia (precipitación en mm). Las capturas comienzan a ser notables a principios de mayo, alcanzan el máximo en la segunda quincena de junio (334 ejemplares = 17,8 % del total), se mantienen altas durante julio y a partir de entonces van descendiendo hasta volverse poco relevantes a partir de mediados de octubre. Así pues, el grueso de las capturas (98 % de capturas = 1.847 ejemplares) se obtiene en los meses con temperaturas más altas, de mayo a octubre. En el período de estudio se observa (Figura 1) que los braconidos prefieren temperaturas entre 13 y 24°C y que las variaciones del número de subfamilias y de individuos están limitadas por dos periodos de alta

pluviosidad, uno al final de la primavera y otro a principios del otoño. Únicamente en tres de las quincenas las capturas fueron nulas, correspondiendo a los meses más fríos, como son enero, febrero y diciembre.

Analizando las tres subfamilias con mayor número de ejemplares capturados, se observa con claridad que el máximo de individuos pertenecientes a Alysiinae (Figura 2) se produce durante el mes de junio, con 118 y 142 ejemplares en la primera y segunda quincenas respectivamente. En el caso de Cheloninae también hay dos quincenas consecutivas –segunda de julio y primera de agosto– que muestran, con diferencia, los números más altos de capturas, con 59 y 52 ejemplares respectivamente. En estas dos subfamilias, el número de capturas aumenta y disminuye bruscamente. Sin embargo, para Microgastrinae las mayores capturas se presentan más dilatadas en el tiempo, de mediados de mayo a finales de julio, alcanzando un máximo de 91 ejemplares la segunda quincena de julio. La cuarta subfamilia en cuanto al número de individuos recolectados, Braconinae, presenta el máximo de capturas en la primera quincena de julio con 30 ejemplares (Figura 3).

En cuanto al tipo de parasitismo, se han obtenido 1.769 ejemplares koinobiontes y 119 idiobiontes, lo que representa un 93,7 % frente a un 6,3 %. Del material recolectado, las tres subfamilias más abundantes (Alysiinae, Microgastrinae y Cheloninae) presentan la biología de koinobiontes endoparasitoides (Tabla 1). La predominancia de esta estrategia biológica ya se había visto corroborada por el estudio previo de Aphidiinae en Andorra (SANCHIS *et al.*, 1999), bracónidos koinobiontes endoparasitoides específicos de pulgones (Hemiptera, Aphididae), que representan la subfamilia más abundante de bracónidos en la zona muestreada.

Las especies de estas tres subfamilias son importantes componentes del complejo de parasitoides de numerosas especies de Diptera Cyclorhapha, en el caso de Alysiinae, y de Lepidoptera, en el caso de Microgastrinae y Cheloninae, consideradas plagas forestales o de cultivos agrícolas (TOBIAS *et al.*, 1986a y b; SHAW & HUDDLESTON, 1991). Alysiinae y Microgastrinae atacan a sus hospedadores en estado de larvas, mientras que Cheloninae ataca los estados de huevo.

Por otra parte, las especies de la cuarta subfamilia en significación de las estudiadas en el presente trabajo, Braconinae, son idiobiontes ectoparasitoides de larvas perforadoras de la madera de Coleoptera y Lepidoptera. En definitiva, del total de las 23 subfamilias encontradas, 18 son koinobiontes, 4 idiobiontes (Braconinae, Doryctinae, Hormiinae y Pambolinae) y 1 (Exothecinae) presenta especies con una u otra estrategia biológica (Tabla 1), si bien siempre son ectoparásitas (ACHTERBERG, 1993). A estas subfamilias hay que añadir la subfamilia Paxylommatinae (42 ejemplares), taxón poco fre-

cuenta cuya posición ha sido discutida entre las familias Ichneumonidae y Braconidae, si bien actualmente se consideran más próxima a Ichneumonidae, al tiempo que su biología es prácticamente desconocida (Tabla 1). Únicamente existen evidencias que asocian sus componentes a hormigueros, en cuyo interior tiene lugar su desarrollo; de hecho, sus pupas han sido encontradas entre los capullos de las hormigas, pero se desconoce de qué tipo de parasitismo se trata (ACHTERBERG, 1999). Recientemente, este grupo ha sido citado del Parque Natural de la Font Roja (Alicante), si bien con la denominación más antigua de subfamilia Hybrizontinae (BENAVENT-CORAI *et al.*, 2005).

Si relacionamos la fenología de vuelo de los braconidos con su estrategia biológica (Figura 4), veremos que las quincenas con mayor captura de koinobiontes e idiobiontes se presentan consecutivas, precediendo el máximo de koinobiontes -segunda quincena de junio- al máximo de idiobiontes en la primera quincena de julio. Los koinobiontes se muestran relevantes durante cuatro meses, obteniéndose el 90% de sus capturas desde mediados de mayo a mediados de septiembre, y disminuyendo progresivamente durante el otoño. El resto del año la presencia de koinobiontes es insignificante. El máximo total de koinobiontes coincide con el pico de Alysinae, subfamilia que representa el 45,6% de todos ellos (Figuras 2 y 4). La fenología de la comunidad idiobionte de braconidos adultos (Figura 3) indica que el pico poblacional de Braconinae coincide con el pico del total de idiobiontes en la primera quincena de julio (Figura 4). De acuerdo con WOLDA (1988), en el presente estudio se ha observado que, a diferencia de lo que ocurre en los trópicos, muchos insectos voladores de las zonas templadas restringen su actividad a las épocas más benignas del año y muestran uno o pocos picos de abundancia, pero más definidos.

La razón de hembras (N = 1.128) y machos (N = 640) koinobiontes es de 1,76 (♀♀: 63,8% y ♂♂: 36,2%) y en la comunidad idiobionte (N = 104 hembras y N = 19 machos) sube a 5,5 (♀♀ 84,6% y ♂♂: 15,4%). Las Figuras 5 y 6 muestran la fenología de vuelo de las hembras y machos adultos pertenecientes a las comunidades de Braconidae, subfamilias koinobiontes y subfamilias idiobiontes, respectivamente. La ratio varía enormemente de unas subfamilias a otras y dentro de una misma estrategia biológica; así, por ejemplo, las subfamilias más abundantes, Alysinae y Microgastrinae, ambas koinobiontes, presentan una relación entre hembras y machos de 1,9 y 1 respectivamente.

La Figura 7 muestra la evolución temporal del número de las subfamilias de Braconidae a lo largo del año, coincidiendo la mayor riqueza de subfamilias con las fechas que presentan mayor número de capturas. Así, en la segunda quincena de junio se encuentran 19 subfamilias, número que se mantiene

durante la primera quincena de julio; viene luego un descenso a 14 subfamilias a principios de agosto y se vuelve a alcanzar un segundo pico un mes después con 16 subfamilias. Los grupos de subfamilias koinobiontes e idiobiontes presentan también dos máximos con fechas prácticamente coincidentes con las mencionadas. El rango de fechas para los bracónidos koinobiontes es prácticamente anual, debido a que la subfamilia Rogadinae está representada en las capturas del primer y último meses del año. Sin embargo, los idiobiontes sólo están presentes desde abril a noviembre. Koinobiontes e idiobiontes están presentes conjuntamente en 14 de las 21 quincenas en las que se han obtenido capturas.

Se puede generalizar que el número de ejemplares es mayor en junio-julio-mediados de agosto, fechas que se corresponden con temperaturas máximas que varían de 27 a 35 °C, con temperaturas mínimas que no bajan de 9 °C y temperaturas medias que oscilan entre 17 y 24 °C (Figura 1). Esos meses del año 1993 se encuentran en el periodo anual con menores precipitaciones, no superando la pluviosidad los 140 mm (PUJADE-VILLAR, 1996). En estas mismas fechas y condiciones aparece el pico mayor referente al número de subfamilias.

El número de géneros de bracónidos durante el periodo de muestreos (Figura 8) muestra un máximo de 5 en la segunda quincena de junio para los idiobiontes y un repunte en la segunda quincena de septiembre. En cuanto a los koinobiontes desde mediados de mayo hay un notable aumento de géneros con un máximo de 44 en la primera quincena de julio, iniciándose un brusco descenso a partir de esa fecha con algún ligero incremento a principios de septiembre.

En las gráficas que representan la riqueza acumulada de subfamilias (Figura 9) y la riqueza acumulada de géneros (Figura 10) se observan tres fases: una hasta finales de abril con menor pendiente para los géneros; una segunda hasta mediados de julio donde ambas curvas presentan un acusado incremento, triplicándose las subfamilias y cuádruplicándose los géneros. En la tercera fase, las dos curvas se van haciendo paralelas al eje de abscisas y a finales de septiembre ya son constantes. Por tanto, a finales de julio ya se consigue el número máximo de subfamilias y de géneros esperados.

Estudio taxonómico

A partir de los 1.892 ejemplares recogidos durante 1993 en el Pirineo andorrano, pertenecientes a 23 subfamilias de bracónidos, se han identificado 79 géneros.

Tabla 1. Estrategia biológica, número de individuos y porcentaje de los mismos, en las subfamilias de Braconidae de Andorra.

Table 1. Biological strategy, number of specimens and percentage for the subfamilies of Braconidae from Andorra.

Subfamilia	Estrategia	Nº individuos	% Total
Adeliinae	Koinobionte	70	3,7
Alysiinae	Koinobionte	589	31,3
Blacinae	Koinobionte	42	2,1
Braconinae	Idiobionte	101	5,4
Cheloninae	Koinobionte	170	9,0
Doryctinae	Idiobionte	9	0,5
Euphorinae	Koinobionte	48	2,5
Exothecinae	Idio-Koinobionte	4	0,2
Gnamptodontinae	Koinobionte	9	0,5
Helconinae	Koinobionte	69	3,7
Homolobinae	Koinobionte	45	2,4
Hormiinae	Idiobionte	8	0,4
Ichneutinae	Koinobionte	1	0,05
Lysiterminae	Koinobionte	2	0,1
Macrocentrinae	Koinobionte	19	1,0
Meteorinae	Koinobionte	19	1,0
Microgastrinae	Koinobionte	503	26,7
Miracinae	Koinobionte	25	1,3
Neoneurinae	Koinobionte	30	1,6
Opiinae	Koinobionte	74	3,9
Orgilinae	Koinobionte	11	0,6
Pambolinae	Idiobionte	1	0,05
Rogadinae	Koinobionte	43	2,3
Paxylommatinae	Desconocida	42	2,2

Todos los ejemplares estudiados de la enigmática subfamilia Paxylommatinae pertenecen al género *Hybrizon* Fallén, 1813, que añadido a los 79 anteriores y a los 13 de Aphidiinae (SANCHIS *et al.*, 1999) dan un total de 93 géneros conocidos de Andorra.

Los géneros más abundantes, *Aspilota*, *Microplitis*, *Glyptapanteles*, *Chelonus* y *Bracon* (Tabla 2) pertenecen a las subfamilias mejor representadas: Alysiinae, Microgastrinae, Cheloninae y Braconinae. Estos cinco géneros constituyen el 44% de la fauna de braconidos de Andorra, representando los cuatro primeros la estrategia koinobionte y el 39% de esos braconidos.

4. Discusión

La fase asintótica o de estabilidad observada, a partir de septiembre, en las curvas de saturación del cúmulo de subfamilias y del cúmulo de géneros

Tabla 2. Número de individuos de los géneros de Braconidae de Andorra.

Table 2. Number of specimens per genera of Braconidae from Andorra.

Subfamilia	Géneros	Nº ejemplares
Adeliinae	<i>Adelius</i> Haliday, 1833	70
Alysiinae	<i>Alysia</i> Latreille, 1804	6
	<i>Aphaereta</i> Foerster, 1862	1
	<i>Asobara</i> Foerster, 1862	1
	<i>Aspilota</i> Foerster, 1862	217
	<i>Coelinidea</i> Viereck, 1913	17
	<i>Coelinius</i> Nees, 1818	16
	<i>Coloneura</i> Foerster, 1862	25
	<i>Chorebus</i> Haliday, 1833	134
	<i>Dacnusa</i> Haliday, 1838	39
	<i>Dapsilarthra</i> Foerster, 1862	1
	<i>Exotela</i> Foerster, 1862	3
	<i>Idiasta</i> Foerster, 1862	8
	<i>Orthostigma</i> Ratzeburg, 1844	47
	<i>Parorthostigma</i> Königsmann, 1972	1
	<i>Pentapleura</i> Foerster, 1862	1
	<i>Phaenocarpa</i> Foerster, 1862	45
	<i>Synaldis</i> Foerster, 1862	24
	<i>Tanycarpa</i> Foerster, 1862	1
Blacinae	<i>Blacus</i> Nees, 1818	37
Braconinae	<i>Atanycolus</i> Foerster, 1862	1
	<i>Bracon</i> Fabricius, 1804	95
	<i>Coeloides</i> Wesmael, 1838	1
	<i>Habrobracon</i> Ashmead, 1895	3
Cheloninae	<i>Ascogaster</i> Wesmael, 1835	22
	<i>Chelonus</i> Jurine, 1801	142
	<i>Microchelonus</i> Szépligeti, 1908	2
	<i>Phanerotoma</i> Foerster, 1862	3
	<i>Phanerotomella</i> Szépligeti, 1900	1
Doryctinae	<i>Dendrosoter</i> Wesmael, 1838	1
	<i>Doryctes</i> Haliday, 1836	1
	<i>Heterospilus</i> Haliday, 1836	5
	<i>Ontsira</i> Cameron, 1900	1
	<i>Spathius</i> Nees, 1818	1
Euphorinae	<i>Centistes</i> Haliday, 1835	3
	<i>Chrysopophthorus</i> Goidanich, 1948	1
	<i>Leiophron</i> Nees, 1818	9
	<i>Microctonus</i> Wesmael, 1835	8
	<i>Perilitus</i> Nees, 1818	1
	<i>Peristenus</i> Foerster, 1862	21
	<i>Pygostolus</i> Haliday, 1833	1
	<i>Syntretrus</i> Foerster, 1862	2
Exothecinae	<i>Rhysipolis</i> Foerster, 1862	3
Gnamptodontinae	<i>Gnamptodon</i> Haliday, 1837	9
Helconinae	<i>Aliolus</i> Say, 1836	2

Subfamilia	Géneros	Nº ejemplares
	<i>Diospilus</i> Haliday, 1833	35
	<i>Eubazus</i> Nees, 1814	5
	<i>Helcon</i> Nees, 1814	8
	<i>Schizoprymnus</i> Foerster, 1862	8
	<i>Taphaeus</i> Wesmael, 1835	3
	<i>Triaspis</i> Haliday, 1835	1
Homolobinae	<i>Homolobus</i> Foerster, 1862	44
Hormiinae	<i>Hormius</i> Nees, 1818	8
Ichneutinae	<i>Oligoneurus</i> Szépligeti, 1902	2
Lysiterminae	<i>Lysitermus</i> Foerster, 1862	2
Macrocentrinae	<i>Macrocentrus</i> Curtis, 1833	20
Microgastrinae	<i>Apanteles</i> Foerster, 1862	15
	<i>Cotesia</i> Cameron, 1891	28
	<i>Choeras</i> Mason, 1981	39
	<i>Deuterixys</i> Mason, 1981	4
	<i>Distatrix</i> Mason, 1981	2
	<i>Dolichogenidea</i> Viereck, 1911	5
	<i>Glyptapanteles</i> Ashmead, 1904	146
	<i>Iconella</i> Mason, 1981	1
	<i>Microgaster</i> Latreille, 1804	26
	<i>Microplitis</i> Foerster, 1862	193
	<i>Napamus</i> Papp, 1993	5
	<i>Pholetesor</i> Mason, 1981	22
	<i>Protapanteles</i> Ashmead, 1898	3
	<i>Rasivalva</i> Mason, 1981	1
	<i>Sathon</i> Mason, 1981	4
Meteorinae	<i>Meteorus</i> Haliday, 1835	19
Miracinae	<i>Mirax</i> Haliday, 1833	24
Neoneurinae	<i>Elasmosoma</i> Ruthe, 1858	30
Opiinae	<i>Biosteres</i> Foerster, 1862	3
	<i>Opius</i> Wesmael, 1853	34
Orgilinae	<i>Orgilus</i> Haliday, 1833	12
Pambolinae	<i>Chremylus</i> Haliday, 1833	1
Rogadinae	<i>Rogas</i> Nees, 1818	42
Paxylommatinae	<i>Hybrizon</i> Fallén, 1813	42

(Figuras 9 y 10), corrobora que el muestreo ha recogido la totalidad de las subfamilias y géneros de braconidos que componen esta comunidad de parasitoides. Esto indica que el periodo de los nueve primeros meses de muestreo es suficiente para mostrar la estructura de la comunidad de braconidos estudiada en el Pirineo andorrano, dado que el número de taxones permanece invariable a partir de ese momento (BEGON *et al.*, 1999).

La correlación del número de individuos capturados, así como del número de subfamilias y géneros censados, con las condiciones meteorológicas,

permite caracterizar el ciclo fenológico de vuelo anual de los braconidos en el área estudiada. Así, el mayor número de individuos recolectados apareció entre los dos máximos de lluvia, que durante 1993 ocurrieron a finales primavera y principios otoño, es decir, durante el verano, época cuyas temperaturas medias no bajaron de 13 °C ni superaron los 28 °C (Figura 1). Estas condiciones meteorológicas favorecen la profusión de formas vegetales y de los correspondientes insectos fitófagos y xilófagos, los cuales actuarán como hospedadores de los que dependen los parasitoides.

La riqueza de subfamilias evoluciona más o menos paralelamente con la temperatura media (Figura 1). Por el contrario, las poblaciones alcanzan sus máximos en el largo periodo situado entre las épocas de lluvias, pudiéndose hablar de un solo máximo para la familia Braconidae, el cual transcurre desde mediados de mayo a finales de agosto, debido a las condiciones xerotérmicas de la localidad andorrana, a diferencia de lo que ocurre en otras zonas mediterráneas más próximas a la costa, donde los máximos poblacionales y de subfamilias evitan los calores rigurosos del periodo veraniego (FALCÓ *et al.*, 1994).

Los picos observados en la evolución anual de la riqueza de subfamilias y del número de individuos (Figura 1) se corresponden con los máximos de la evolución temporal de koinobiontes e idiobiontes (Figuras 2 y 3), es decir, que los mayores niveles de población de braconidos vienen marcados por las subfamilias koinobiontes Alysiinae y Microgastrinae. De forma indirecta, de estos datos se puede deducir la importancia de las poblaciones de los hospedadores de estas dos subfamilias de braconidos: dípteros Cyclorhapha (principalmente los minadores Agromycidae) en el caso de Alysiinae y lepidópteros para Microgastrinae. Ya en los estudios preliminares de todos los insectos capturados en el muestreo en esta localidad (SEGADE *et al.*, 1997, PUJADE-VILLAR, 1996), aparte de Hymenoptera con un porcentaje del 15,3%, se apuntaba a Diptera (74,2%) y Lepidoptera (2%) como los holometábolos más abundantes del Pirineo andorrano. Además, junio y julio, los meses con mayores capturas de himenópteros coinciden con las fechas con más riqueza de braconidos, representando éstos el 12,2% del total de himenópteros de Andorra.

Por el momento, de la fauna braconológica de Andorra se ha descrito una nueva especie de la subfamilia Microgastrinae, *Rasivalva pyrenaica* Oltra & Jiménez, 2005 (OLTRA-MOSCARDÓ & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, 2005), al tiempo que se citaba por primera vez este género para la Península Ibérica. Se trata de un género poco común, aunque subcosmopolita pues únicamente no se ha encontrado en Australia. Con dicha descripción, *Rasivalva* Mason, 1981 pasa a estar representado por 6 especies en la región paleártica.

Referencias

- ACHTERBERG, C. van (1988). Parallelisms in the Braconidae (Hymenoptera) with special reference to the biology. In V. K. GUPTA *Advances Parasitic Hymenoptera Research*: 85-115. E. J. Brill, Leiden.
- ACHTERBERG, C. van (1993). Illustrated key to the subfamilies of the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Zoologische Verhandelingen Leiden*, 283: 1-189.
- ACHTERBERG, C. van (1999). The West Palaearctic species of the subfamily Paxylommatinae (Hymenoptera: Ichneumonoidea), with special reference to the genus *Hybrizon* Fallén. *Zoologische Mededelingen Leiden*, 73 (2): 11-26.
- ALGARRA, A.; ROS-FARRÉ, P.; VENTURA, D. & PUJADE-VILLAR, J. (1997). Proctotrupidae de uñas simples capturados en Santa Coloma, Andorra (Hymenoptera, Proctotrupidae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 21(3-4): 111-118.
- ALGARRA, A.; SEGADE, C.; VENTURA, D. & PUJADE-VILLAR, J. (1996). Dos nuevas citas para la Península Ibérica y Andorra de *Helorus* Latreille, 1802 (Hymenoptera, Proctorupoidea: Heloridae). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 20(1-2): 262-263.
- ASKEW, R. R.; SEGADE, C.; BLASCO-ZUMETA, J. & PUJADE-VILLAR, J. (1997). Species of *Elasmus* Westwood, 1833 (Hym., Chalcidoidea, Elasmidae) found in the Iberian Peninsula. *Miscel·lània Zoològica*, 20(1): 39-43.
- ASKEW, R. R. & SHAW, M. R. (1986). Parasitoid communities: their size, structure and development. In WAAG, J. & GREATHEAD, D. (Eds.) *Insect Parasitoids*: 225-264, 13th Symposium of the Royal Entomological Society of London. Academia Press, London.
- AVINENT, L.; FALCÓ, J. V. & JIMÉNEZ, R. (1988). Opiinae (Hym., Braconidae) de la colección entomológica del Departamento de Zoología de la Universidad de Valencia (y II). *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 12: 209-213.
- BEGON, M.; HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. (1999). *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Ed. Omega. Barcelona, 1148 pp.
- BENAVENT-CORAI, J.; ARREGUI ROIG, M.; OLTRA MOSCARDÓ, M. T. & JIMÉNEZ PEYDRÓ, R. (2005). Evolución anual de la comunidad de braconidos en el Parque Natural de la Font Roja (Hymenoptera: Braconidae). *Iberis*, 3: 23-32.
- CIRELLI, K. R. N. & PENTEADO-DIAS, A. M. (2003 a). Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47 (1): 89-98.

- CIRELLI, K. R. N. & PENTEADO-DIAS, A. M. (2003 b). Fenologia dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47 (1): 99-105.
- CUENCA, J.; SELFA, J.; PUJADE, J. & ANENTO, J. (1996). La familia Ichneumonidae (Hymenoptera) en una zona mediterránea pirenaica. *Actas VII Congreso Ibérico de Entomología*: 104, Santiago de Compostela.
- DOCAVO, I.; JIMÉNEZ, R. & TORMOS, J. (1985). Aportaciones al conocimiento de los Alysini de España (II) (Hym., Braconidae). *Bol. Soc. port. Ent.*, Suppl. 1(2): 341-349.
- FALCÓ, J. V.; GIMENO, C. & OLTRA, M. T. (1994). Population dynamics of braconid wasps in East Spain (Hymenoptera, Braconidae). *Norwegian Journal of Agricultural Sciences. Supplement 5th EWIP*, 16: 396.
- FALCÓ, J. V.; MORENO, J. & JIMÉNEZ, R. (1993). Datos sobre Ciclostominae españoles: I. Braconinae (Hymenoptera, Braconidae). *Boletín Asociación Española de Entomología*, 17(1): 71-90.
- FALCÓ, J. V.; MORENO, J. & JIMÉNEZ, R. (1997). Datos sobre Ciclostominae españoles: III. Rogadinae s. str. (Hymenoptera, Braconidae). *Boletín Asociación Española de Entomología*, 21 (1-2): 55-64.
- FRANCÉS, V. L. & JIMÉNEZ, R. (1989a). Novedades faunísticas y datos de interés de los Alysini españoles (Hymenoptera; Braconidae). *Boletín Asociación Española de Entomología*, 13: 201-212.
- FRANCÉS, V. L. & JIMÉNEZ, R. (1989b). Dacnini (Hymenoptera; Braconidae), parásitos de dípteros minadores (Diptera, Agromyzidae). *Miscelánea Zoológica*, 13: 97-104.
- GAULD, I. D. & BOLTON, B. (1988). *The Hymenoptera*. Oxford University Press, 332 pp.
- GODFRAY, H. C. J. (1994). *Parasitoids: behavioural and evolutionary ecology*. Princeton University Press, 437 pp, New Jersey.
- GONZÁLEZ, J. A.; TOMÉ, M. A. M.; GAYUBO, S. F. & TORRES, F. (2000). Himenópteros aculeados capturados mediante trampas Malaise en un sector arenoso de la Submeseta Norte (España) (Hymenoptera, Aculeata). *Nouvelle revue d'Entomologie*, 17 (4): 337-353.
- HAWKINS, B. A. & LAWTON, J. H. (1987). Species richness for the parasitoids of British phytophagous insects. *Nature*, 326: 788-790.
- JIMÉNEZ, R. & TORMOS, J. (1990). Las especies españolas del grupo de géneros Coelinius (Hym., Braconidae, Dacnini). *Butlletí Institució Catalana Historia Natural (Sec. Zool.)*, 58: 61-63.
- LASALLE, J. (1993). Parasitic Hymenoptera, biological control and diversity. In LASALLE, J. & GAULD, I. D. (Eds.) *Hymenoptera and Biodiversity*: 197-215. C. A. B. International, Wallingford.

- LEWIS, C. N. & WHITFIELD, J. B. (1999). Braconid wasp (Hymenoptera: Braconidae) diversity in forest plots under different silvicultural methods. *Environmental Entomology*, 28 (6): 986-997.
- MARTÍNEZ de MURGUÍA, L.; VÁZQUEZ, M. A. & NIEVES-ALDREY, J. L. (2001). The families of Hymenoptera (Insecta) in an heterogeneous acidophilous forest in Artikutza (Navarra, Spain). *Frustula Entomologica*, 24 SU 37: 81-98.
- NIEVES-ALDREY, J. L.; FONTAL-CAZALLA, F.; GARRIDO-TORRES, A. M. & REY del CASTILLO, C. (2003). Inventario de Hymenoptera (Hexapoda) en El Ventorrillo: un rico enclave de biodiversidad en la Sierra de Guadarrama (España central). *Graellsia*, 59 (2-3): 25-43.
- NIEVES-ALDREY, J. L. & REY del CASTILLO, C. (1991). Ensayo preliminar sobre la captura de insectos por medio de una trampa Malaise en la Sierra de Guadarrama (España) con especial referencia a los himenópteros (Insecta, Hymenoptera). *Ecología*, 5: 383-403.
- OLTRA-MOSCARDÓ, M. T. & JIMÉNEZ-PEYDRÓ, R. (2005). The taxon Rasivalva (Hymenoptera: Braconidae) in the Palaearctic region and description of Rasivalva pyrenaica new species from Andorra. *Journal of Entomological Science*, 40 (4): 438-445.
- OLTRA MOSCARDÓ, M. T. & MICHELENA SAVAL, J. M. (1988a). Contribución al conocimiento de los Microgastrinae en la Península Ibérica (Hym. Braconidae): I. Apantelini. *Actas III Congreso Ibérico de Entomología*: 373-380.
- OLTRA MOSCARDÓ, M. T. & MICHELENA SAVAL, J. M. (1988b). Contribución al conocimiento de los Microgastrinae en la Península Ibérica (Hym. Braconidae): II. Microgaster. *Actas III Congreso Ibérico de Entomología*: 381-386.
- OLTRA MOSCARDÓ, M. T. & MICHELENA SAVAL, J. M. (1988c). Contribución al conocimiento de los Microgastrinae en la Península Ibérica (Hym. Braconidae): III. Cotesiini. *Eos*, 64: 165-171.
- OLTRA MOSCARDÓ, M. T. & MICHELENA SAVAL, J. M. (1988d). Contribución al conocimiento de los Microgastrinae en la Península Ibérica (Hym. Braconidae): IV. Lissogastrini. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 12: 353-358.
- PUJADE-VILLAR, J. (1996). Resultados preliminares obtenidos a partir de una trampa Malaise situada en una zona mediterránea pirenaica. *Pirineos*, 147-148: 61-80.
- QUICKE, D. L. J. (1997). *Parasitic Wasps*. Chapman & Hall, London. 470 pp.
- ROS-FARRÉ, P. & PUJADE-VILLAR, J. (1998). Estudio mediante una trampa Malaise de la comunidad de cinípidos cecidógenos e inquilinos de Santa Coloma, Andorra (Hymenoptera, Cynipidae). *Ecología*, 12: 441-454.

- SANCHIS, A.; MICHELENA, J. M. & PUJADE-VILLAR, J. (1999). Afidiinos (Hymenoptera, Braconidae) del Pirineo Andorrano. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 23 (1-2): 239-247.
- SANCHIS, A.; MICHELENA, J. M.; NIEVES, J. L. & REY del CASTILLO, C. (1995). Afidiinos (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) del centro peninsular. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 19 (1-2): 219-228.
- SEGADÉ, C.; ROS-FARRÉ, P.; ALGARRA, A.; VENTURA, D. & PUJADE-VILLAR, J. (1997). Estudio comparativo de las capturas realizadas con trampa Malaise en Andorra con especial atención a los himenópteros (Hymenoptera). *Zapateri (Revista Aragonesa de Entomología)*, 7: 71-82.
- SELF, J.; DILLER, E.; BOSCH, E.; VILALTA, J. & PUJADE-VILLAR, J. (2006). Abundance of Ichneumoninae in a Pyrenean Mediterranean system and first catalogue of the subfamily for Andorra (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Entomofauna* (en prensa).
- SHAW, M. R. & HUDDLESTON, T. (1991). Classification and biology of Braconidae wasps (Hymenoptera: Braconidae). *Handbooks for the Identification of British Insects*, 7 (11): 1-126. Royal Entomological Society of London.
- TOBIAS, V. I.; BELOKOBYLSKII, S. A. & KOTENKO, A. G. (1986a). Family Braconidae. In MEDVEDEV, G. S. (Ed.) *Keys to the Insects of the European Part of the USSR, III. Part IV*. Nauka Publisher, Leningrad, 500 pp. (in Russian, English translation in 1995).
- TOBIAS, V. I.; JAKIMAVICIUS, A. B. & KIRIYAK, I. G. (1986b). Family Braconidae. In MEDVEDEV, G. S. (Ed.) *Keys to the Insects of the European Part of the USSR, III. Part V*. Nauka Publisher, Leningrad, 507 pp. (in Russian, English translation in 1995).
- TOMÉ, M. A. M.; GONZÁLEZ, J. A.; GAYUBO, S. F. & TORRES, F. (2001). Estudio comparativo sobre la eficiencia de captura de insectos (Arthropoda, Hexapoda) mediante trampas Malaise, en un biotopo arenoso de la submeseta Norte (España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Biológica*, 96 (3-4): 231-241.
- VENTURA, D.; ALGARRA, A. & PUJADE-VILLAR, J. (2000). La tribu Pantolytini en Andorra (Hymenoptera, Proctotrupoidea, Diapriidae, Belytinae). *Sessions Entomologiques ICHN-SCL*, 10 (1997): 91-99.
- WHARTON, R. A.; MARSH, P. M. & SHARKEY, M. J. (1997). *Manual to the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera)*. Special Publication of the International Society of Hymenopterists, 1, 439 pp.
- WOLDA, H. (1988). Insect seasonality: why? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19: 1-18.

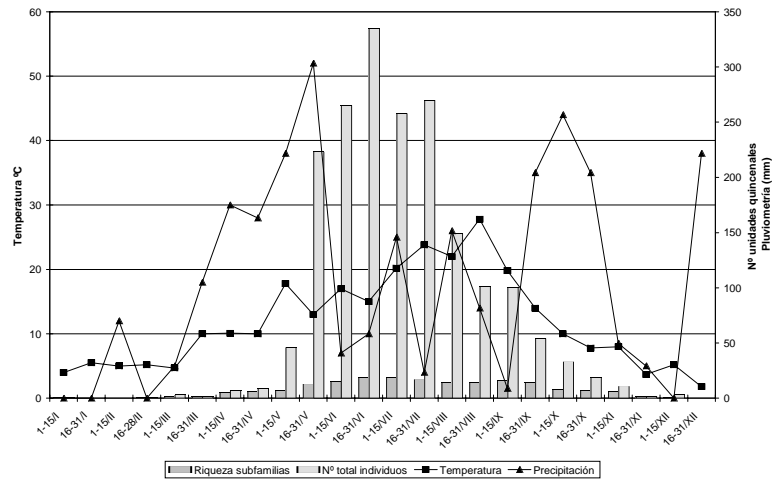


Figura 1. Evolución anual del número de individuos y de subfamilias en función de la temperatura media y de la pluviometría.
 Figure 1. Annual evolution of number of specimens and subfamilies according to the average temperature and the rainfall.

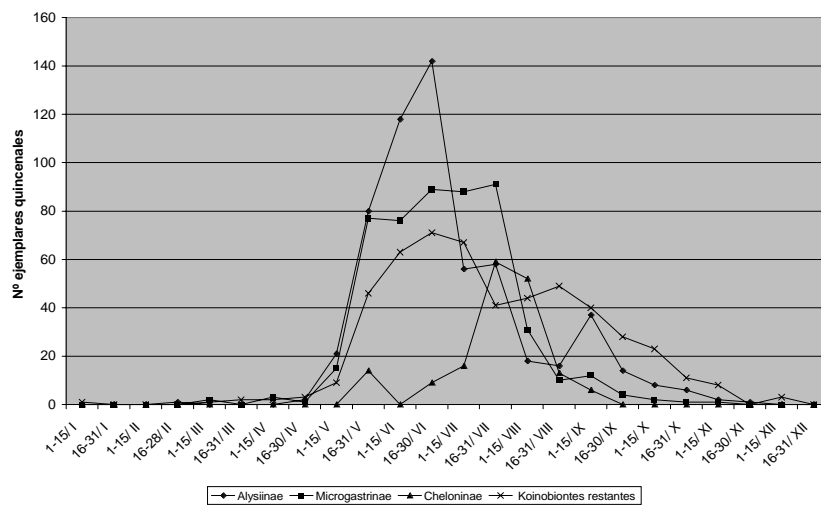


Figura 2. Evolución anual de los braconidos koinobiontes.
 Figure 2. Annual evolution of koinobiont braconids.

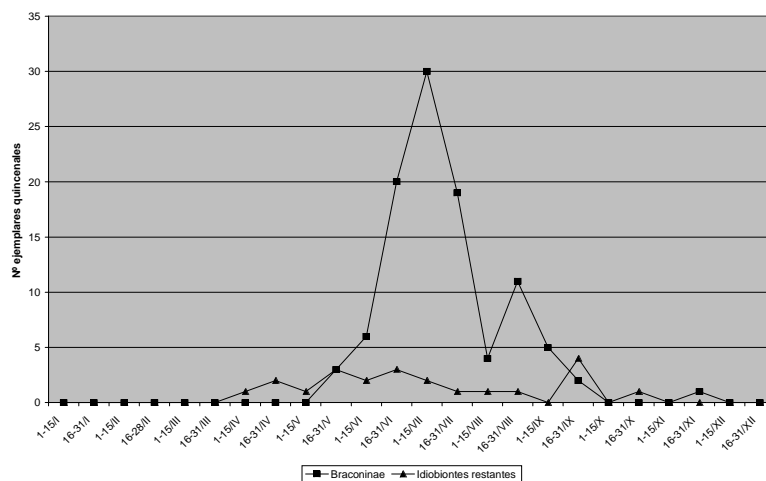


Figura 3. Evolución anual de los bracónidos idiobiontes.

Figure 3. Annual evolution of idiobiont braconids.

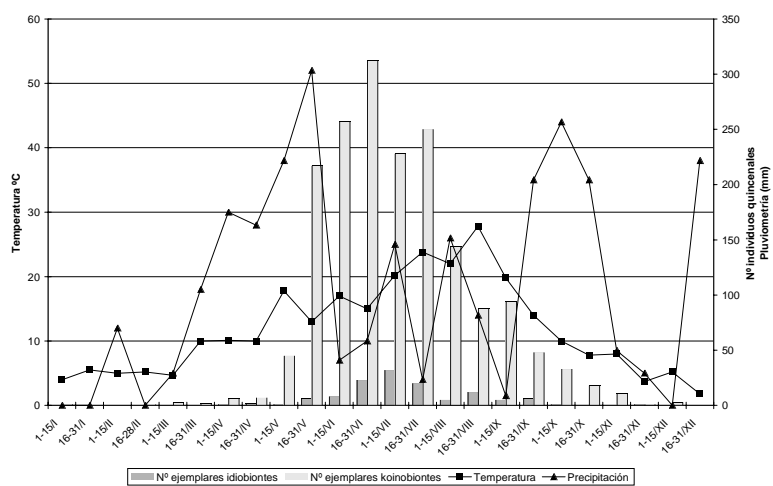


Figura 4. Evolución anual del número de bracónidos idiobiontes y koinobiontes en función de la temperatura media y de la pluviometría.

Figure 4. Annual evolution of idiobiont and koinobiont braconid number according to the average temperature and the rainfall.

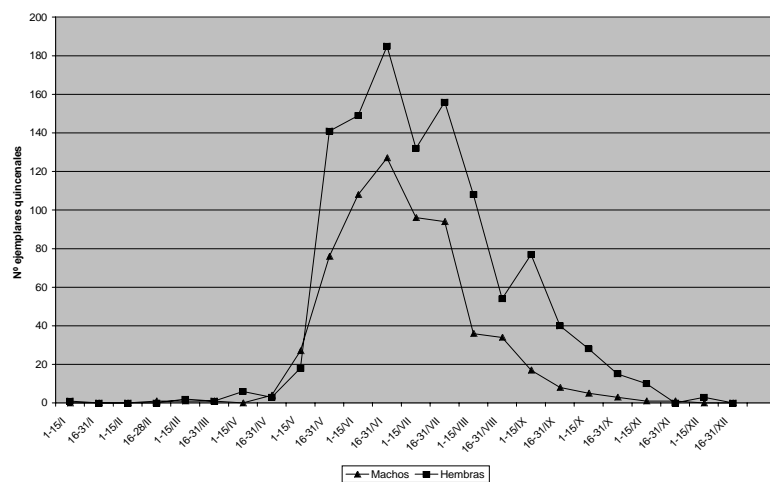


Figura 5. Fenología de machos y hembras koinobiontes.
Figure 5. Phenology of koinobiont males and females.

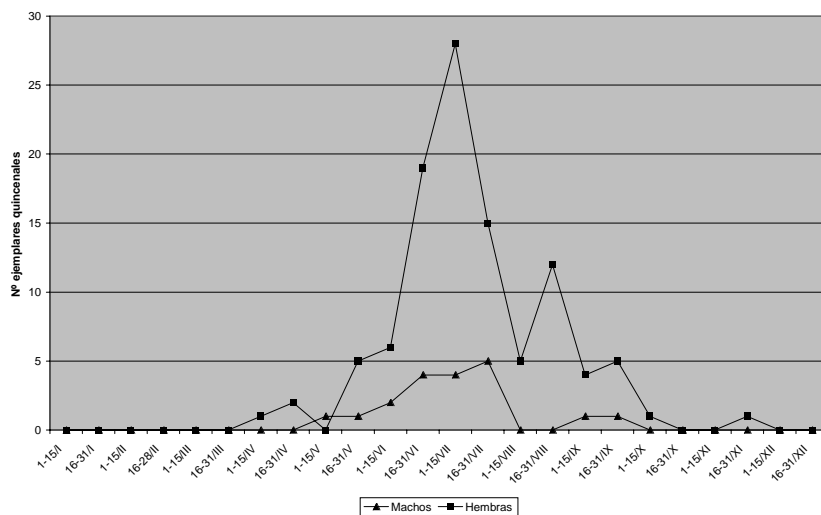


Figura 6. Fenología de machos y hembras idiobiontes.
Figure 6. Phenology of idiobiont males and females.

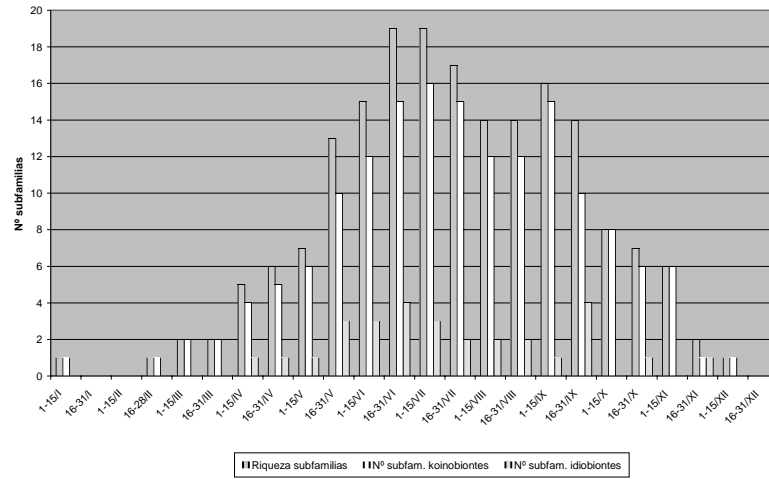


Figura 7. Evolución anual de la riqueza de subfamilias de Braconidae.
 Figure 7. Annual evolution of subfamily richness of Braconidae.

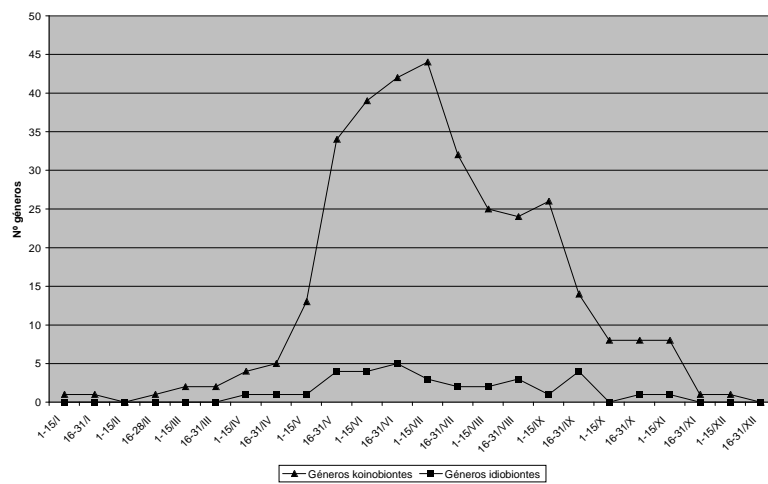


Figura 8. Evolución anual de los géneros koinobiontes e idiobiontes.
 Figure 8. Annual evolution of koinobiont and idiobiont genera.

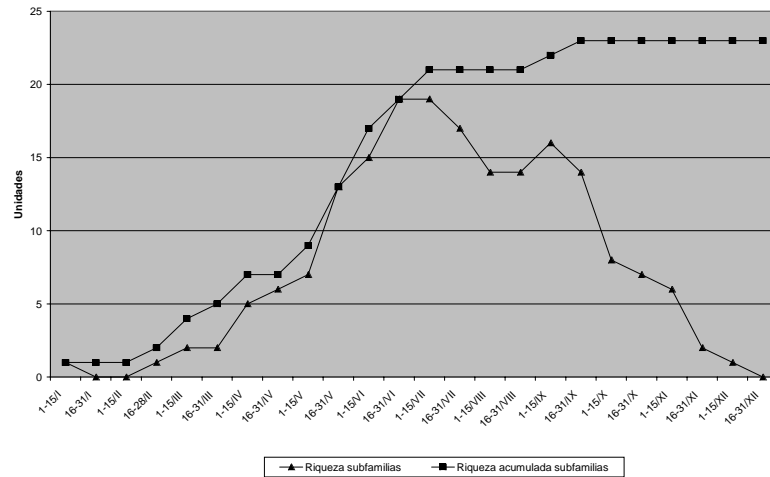


Figura 9. Evolución anual del número de subfamilias y número de subfamilias acumuladas.
Figure 9. Annual evolution of subfamily number and accumulative subfamily number.

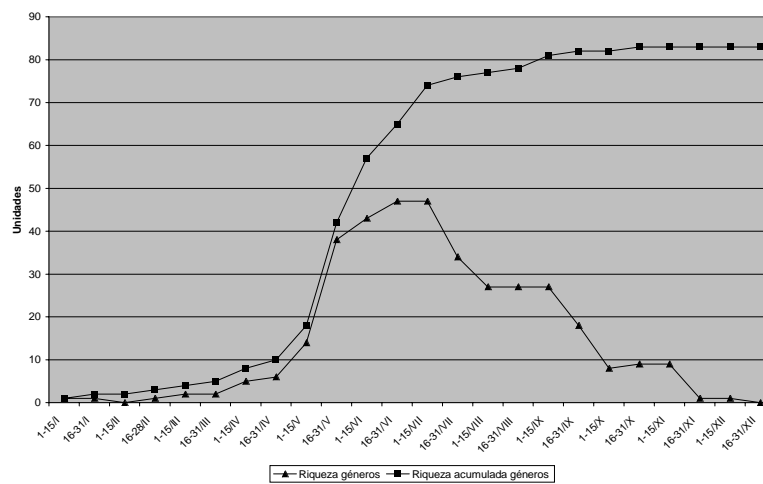


Figura 10. Evolución anual del número de géneros y número de géneros acumulados.
Figure 10. Annual evolution of genus number and accumulative genus number.